

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-173850

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

G01C 19/56
G01P 9/04

(21)Application number : 09-341460

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC
DENSO CORP

(22)Date of filing : 11.12.1997

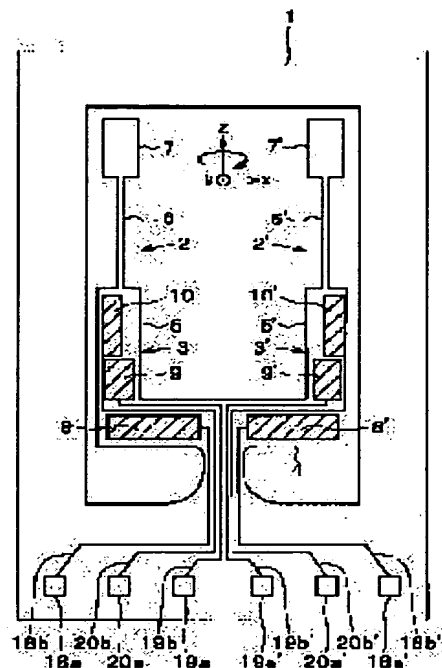
(72)Inventor : ASAUMI KAZUSHI
ISHIKAWA TAKAYUKI
YORINAGA MUNEO
YOSHINO YOSHI

(54) ANGULAR VELOCITY SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce offset signals in a small-sized angular velocity sensor in which a driving element part, a detection element part and a feedback element part are arranged on the same surface of a vibrator.

SOLUTION: In this angular velocity sensor of a semiconductor type, the vibrator 2 is formed by etching a semiconductor substrate and the driving element parts 8 and 8', the detection element parts 9 and 9' and the feedback element parts 10 and 10' are formed on the surface of the vibrator 2. So as to equalize the capacitance of the feedback element parts 10 and 10' and the detection element parts 9 and 9', the areas of both are equalized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3780673

[Date of registration]

17.03.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-173850

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-341460

(22) 出願日 平成9年(1997)12月11日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 浅海 一志

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 石川 隆之

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

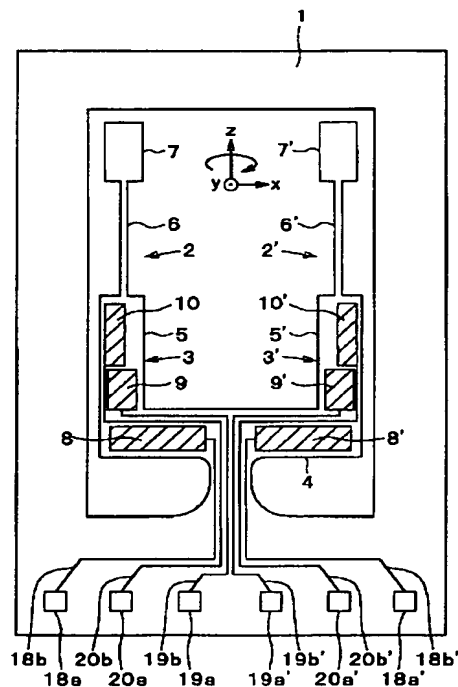
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 振動子の同一面上に駆動素子部、検知素子部、フィードバック素子部を配置した小型の角速度センサにおいて、オフセット信号の低減を図る。

【解決手段】 半導体基板をエッチングすることによって振動子2を形成し、振動子2の表面に、駆動素子部8、8'と、検知素子部9、9'と、フィードバック素子部10、10'を形成した半導体式の角速度センサであって、フィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の静電容量が等しくなるように、両者の面積を等しくした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 x 軸、y 軸、z 軸からなる直交座標系にて z 軸方向を軸として支持され前記 y 軸と直交する素子部形成面を有する振動子 (2) と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) を前記 x 軸方向に振動させる駆動素子部 (8、8') と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) の前記 y 軸方向の振動に応じた信号を出力する検知素子部 (9、9') と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) の前記 x 軸方向の振動に応じた信号を出力するフィードバック素子部 (10、10') と、
 このフィードバック素子部 (10、10') から出力される信号に基づいて前記駆動素子部 (8、8') を駆動し、この駆動素子の駆動によって前記振動子 (2) が前記 x 軸方向に振動しているときに前記検知素子部 (9、9') から出力される信号を、前記フィードバック素子部 (10、10') から出力される信号に基づき同期検波して角速度信号を出力する回路手段 (30～37) を備え、
 前記フィードバック素子部 (10、10') と前記検知素子部 (9、9') の静電容量が等しくなっていることを特徴とする角速度センサ。

【請求項 2】 前記フィードバック素子部 (10、10') は、前記検知素子部 (9、9') と面積が等しく、かつ前記検知素子部 (9、9') に対し前記 x 軸方向にオフセットした位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 3】 x 軸、y 軸、z 軸からなる直交座標系にて z 軸方向を軸として支持され前記 y 軸と直交する素子部形成面を有する振動子 (2) と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) を前記 x 軸方向に振動させる駆動素子部 (8、8') と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) の前記 y 軸方向の振動に応じた信号を出力する検知素子部 (9、9') と、
 前記素子部形成面に形成され前記振動子 (2) の前記 x 軸方向の振動に応じた信号を出力するフィードバック素子部 (10、10') と、
 このフィードバック素子部 (10、10') から出力される信号に基づいて前記駆動素子部 (8、8') を駆動し、この駆動素子の駆動によって前記振動子 (2) が前記 x 軸方向に振動しているときに前記検知素子部 (9、9') から出力される信号を、前記フィードバック素子部 (10、10') から出力される信号に基づき同期検波して角速度信号を出力する回路手段 (30～37) を備え、
 前記フィードバック素子部 (10、10') に容量補正素子部 (11、11') を並列接続して、その合成の静電容量と前記検知素子部 (9、9') の静電容量とが等

しくなるようにしたことを特徴とする角速度センサ。

【請求項 4】 前記振動子 (2) は、半導体基板をエッチングして形成されたものであって、前記駆動素子部 (8、8')、前記検知素子部 (9、9')、および前記フィードバック素子部 (10、10') は、前記振動子 (2) の表面に形成され、前記容量補正素子部 (11、11') は、前記振動子 (2) の外周の前記半導体基板の表面に形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の角速度センサ。

【請求項 5】 前記振動子 (2) の外周の前記半導体基板の表面に、前記検知素子部 (9、9') からの信号を外部的に取り出すための検知素子部用電極パッド (18b、18b') と、前記フィードバック素子部 (10、10') からの信号を外部的に取り出すためのフィードバック素子部用電極パッド (20b、20b') が形成されており、前記検知素子部用電極パッド (18b、18b') と前記フィードバック素子部用電極パッド (20b、20b') は、それぞれに電気接続される配線の容量差を補正するために異なった面積となっていることを特徴とする請求項 4 に記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両、船舶、飛行機、ロボット等の運動体の角速度を検出する角速度センサに関し、例えば、車両の姿勢制御のために用いるのに好適なるものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の角速度センサとして種々のものが提案されている。この中で、特開平 9-105634 号公報には、シリコンマイクロ技術を用いた半導体式の角速度センサが開示されている。具体的には、半導体基板をエッチングして半導体基板面内に振動子を形成するとともに、この振動子表面に、振動子を駆動振動させる駆動素子部と、角速度を検出する検知素子部とを形成している。これら駆動素子部と検知素子部は、振動子の表面に圧電体と電極を積層して形成されている。

【0003】このように半導体技術を用いて角速度センサを構成することによって、小型化を図ることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記した半導体式の角速度センサには示されていないが、この種の角速度センサにおいては、振動子の振動を参照して駆動素子部をフィードバック駆動し自励発振を行わせる手段が設けられている。そこで、本発明者等は、上記した半導体式の角速度センサに対し、振動子の振動を参照するフィードバック素子部を形成して、自励発振により駆動素子部を駆動するものについて検討を行った。

【0005】図 8 にその平面構成を示す。また、図 9 に図 8 中の A-A 断面図を示す。この角速度センサにおい

ては、シリコン基板等の半導体基板上に所定領域をフォトリソグラフィ技術等を用いてエッチング除去することにより、半導体基板の中央部に音叉型の半導体振動子2が形成され、振動子2の外周にフレーム部1が形成されている。

【0006】振動子2は、図に示すx軸、y軸、z軸からなる直交座標系にてz軸方向を軸としてフレーム部1に支持されている。振動子2は、上下に互いに平行に延びる一対のアーム部3、3'と、アーム部3、3'を連結し振動子2をフレーム部1に支持するための連結部4とからなっている。さらに、アーム部3、3'は、幅広アーム部5、5'と、幅狭アーム部6、6'と、質量部7、7'とからそれぞれ構成されている。

【0007】また、振動子2の表面には、振動子2をx軸方向に振動させる駆動素子部8、8'と、振動子2のy軸方向の振動に応じた信号を出力する検知素子部9、9'と、振動子2のx軸方向の振動に応じた信号を出力するフィードバック素子部10、10'が形成されている。また、フレーム部1には、駆動素子部8、8'と配線18a、18a'を介して接続される電極パッド18b、18b'と、検知素子部9、9'と配線19a、19a'を介して接続される電極パッド19b、19b'と、フィードバック素子部10、10'と配線20a、20a'を介して接続される電極パッド20b、20b'が形成されている。なお、それらの配線および電極パッドはA1で形成されている。

【0008】また、図9の断面図に示すように、振動子2を構成する半導体基板上に、絶縁膜11、11'、12、12'が形成され、絶縁膜11と12、絶縁膜11'と12'の間の半導体基板上に、ZnO、PZT等からなる圧電体9a、9a'と電極9b、9b'をスパッタリング、蒸着等で成膜し積層することによって、検知素子部9、9'が形成されている。また、絶縁膜11、11'の上には、フィードバック素子部10、10'からの配線20a、20a'が形成されており、全体が保護膜13、13'で覆われている。なお、駆動素子部8、8'およびフィードバック素子部10、10'も、検知素子部9、9'と同様に、振動子2を構成する半導体基板上に圧電体と電極を積層することによって形成されている。また、この半導体式の角速度センサにおいては、半導体基板を接地して動作させるようになってい

る。

【0009】ここで、駆動素子部8、8'は、連結部4の幅方向(z軸方向)の中心(図中に点線で示す)より下方向に位置をずらして形成されている。このため、駆動素子部8、8'の電極に交流電圧を印加すると、駆動素子部8、8'が伸縮を繰り返し、一対の振動子2をx軸方向に対称振動させることができる。また、フィードバック素子部10、10'は、図から明らかなように、幅広アーム部5、5'の中心から左右方向にそれぞれオ

フセット(すなわち、検知素子部9、9'に対しx軸方向にオフセット)した位置に形成されている。このため、振動子2が振動したとき、その振動方向(x軸方向)に対しフィードバック素子部10とフィードバック素子部10'から互いに同相となる成分の交流信号が出力される。

【0010】図10に、上記した角速度センサの回路部の構成を示す。フィードバック素子部10、10'から出力される信号は、加算増幅回路30にて加算される。フィードバック素子部10、10'からはx軸方向の振動に対し互いに同相となる成分の交流信号が出力されるので、その合成の信号が加算増幅回路30から出力される。なお、角速度が生じて一対の振動子2がy軸方向で互いに逆方向に振動したとき、フィードバック素子部10、10'からはy軸方向の振動に対し互いに逆相となる成分の信号が出力されるが、それは加算増幅回路30での加算によってキャンセルされる。

【0011】そして、加算増幅回路30から出力される交流信号を駆動素子部8、8'に印加することにより、駆動素子部8、8'を駆動する。この場合、駆動素子部8、8'によって駆動される振動子2の振動状態を検出しその検出した信号により駆動素子部8、8'を駆動するようにしているので、自励発振によって駆動素子部8、8'を駆動することができる。

【0012】この駆動素子部8、8'の駆動によって振動子2がx軸方向に振動しているとき、z軸回りに角速度が加わると、振動子2の先端の質量部7、7'にはy軸方向にコリオリ力が発生する。そして、これに応じた応力が検知素子部9、9'に加わり交流信号を発生させる。この信号は、角速度による信号の他、振動子2を振動させた時の漏れ振動や電氣的な回り込みによるオフセットノイズを伴っている。

【0013】そして、検知素子部9、9'から出力される交流信号を、差動増幅回路31にて差動増幅し、バンドパスフィルタ(BPF)32を介して、同期検波回路33により同期検波する。この場合、加算増幅回路30から出力される交流信号とBPF32を介した交流信号とは位相が90°ずれているので、加算増幅回路30から出力される交流信号を90°位相回路34によって90°位相させ、その信号により同期検波回路33にて同期検波を行う。この同期検波によって、角速度による信号以外の不要なノイズ成分をカットすることができる。そして、この同期検波回路33からの出力信号は、ローパスフィルタ(LPF)35、ゲイン調整回路36、0点調整回路37を介し、直流の角速度信号として出力される。

【0014】図11に、加算増幅回路30および差動増幅回路31の具体的な構成を示す。加算増幅回路30は、バッファアンプ30a、30b、および加算増幅器30cから構成されており、フィードバック素子部1

0、10'からのそれぞれの交流信号を加算するように構成されている。また、差動増幅回路31は、バッファアンプ31a、31b、および差動増幅器31cから構成されており、検知素子部9、9'から出力される交流信号を減算するように構成されている。

【0015】ここで、上記した角速度センサにおいては、その原理上、小型化するにつれてコリオリ力が小さくなり、検知素子部9、9'から出力される信号も当然のごとく小さくなる。また、振動子2が小さくなれば、振動周波数が高くなる。このように、非常に微弱かつ周波数の高い信号を扱う場合、検知素子部9、9'の面積を大きくするのが一般的である。しかしながら、検知素子部9、9'の面積をフィードバック素子部10、10'の面積より大きくすると、加算増幅回路30および差動増幅回路31の入力インピーダンスが異なってしまうため、90°位相回路34から出力される90°移相後のフィードバック信号と、BPF32から出力される検知信号の位相に大きなずれが生じる。すなわち、角速度が生じていないときに、図12の上段、中段の波形に示すように、90°移相後のフィードバック信号と検知信号（この場合、オフセット信号）に位相ずれが生じる。

【0016】この位相ずれによって、同期検波後の波形が図12の下段に示すようになり、それを直流成分にしたときに、オフセット信号が出力される。このオフセット信号は温度によって変化し、いわゆるオフセット温度ドリフトとなる。本発明は上記問題に鑑みたもので、振動子の同一面上に駆動素子部、検知素子部、フィードバック素子部を配置した小型の角速度センサにおいて、上記した位相ずれによるオフセット信号を低減することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明においては、振動子(2)の素子部形成面に、駆動素子部(8、8')と、検知素子部(9、9')と、フィードバック素子部(10、10')を備えた角速度センサであって、フィードバック素子部(10、10')と検知素子部(9、9')の静電容量を等しくしたことを特徴としている。

【0018】このようにフィードバック素子部(10、10')と検知素子部(9、9')の静電容量を等しくすることによって、回路手段(30～37)への入力インピーダンスを等しくすることができるので、上記したような位相ずれによるオフセット信号を低減することができる。この場合、請求項2に記載の発明のように、フィードバック素子部(10、10')と検知素子部(9、9')の面積を等しくすることによって、フィードバック素子部(10、10')と検知素子部(9、9')の静電容量を等しくすることができる。

【0019】また、請求項3に記載の発明においては、

フィードバック素子部(10、10')に容量補正素子部(11、11')を並列接続して、その合成の静電容量と検知素子部(9、9')の静電容量とが等しくなるようにしたことを特徴としている。この発明によっても請求項1に記載の発明と同様の効果を奏する。

【0020】この場合、請求項4に記載の発明のように、半導体基板をエッチングして振動子(2)を形成し、振動子(2)の外周の半導体基板の表面に容量補正素子部(11、11')を形成することができる。そして、請求項5に記載の発明のように、検知素子部用電極パッド(18b、18b')とフィードバック素子部用電極パッド(20b、20b')を、配線の容量差を補正するために異なった面積とすれば、より精度よくオフセット信号の低減を図ることができる。

【0021】なお、フィードバック素子部(10、10')と検知素子部(9、9')の静電容量を等しくするとは、完全に等しくなっている場合の他、実質的に等しくなっているものも含むものである。

【0022】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1に、本発明の第1実施形態を示す角速度センサの平面構成を示す。図に示すように、図8に示す構成に対し、フィードバック素子部10、10'を、検知素子部9、9'と等しい面積で、検知素子部9、9'に対しx軸方向にオフセットした位置に形成している。その他の構成は、図8に示すものと同じで、角速度センサの回路部の構成も図10に示すものと同じである。

【0023】ここで、検知素子部9、9'とフィードバック素子部10、10'は、圧電体をスパッタリング、蒸着等で成膜しているためその膜厚は等しくなっている。従って、フィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の面積を等しくすることにより、フィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の静電容量を等しくすることができる。

【0024】このようにフィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の静電容量を等しくすることによって、加算増幅回路30および差動増幅回路31の入力インピーダンスを等しくすることができ、90°位相回路34から出力される90°移相後のフィードバック信号と、BPF32から出力される検知信号の位相のずれをなくすることができる。

【0025】図2、図3に、90°移相後のフィードバック信号と、検知信号と、同期検波後の波形を示す。なお、図2は角速度が0の場合、図3は角速度が生じている場合の波形を示している。図2に示すように、90°移相後のフィードバック信号と、検知信号におけるオフセットノイズは、互いに90°位相が異なる関係にある。このため、同期検波後においては、オフセットノイズの成分はカットされ、最終的な出力信号にはオフセット信号が生じない。また、角速度が生じている場合に

は、図3に示すように、検知信号に、オフセット信号とともに角速度による信号が重畳しており、角速度による信号は 90° 移相後のフィードバック信号と同位相となるため、同期検波後には、オフセットノイズのみが除去され、直流の角速度信号を取り出すことができる。

(第2実施形態) 上記第1実施形態では、フィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の面積を等しくするものを示したが、このようにすると、検知素子部9、9'の面積が図8に示すものに比べて小さくなる。

【0026】そこで、この第2実施形態では、図4に示すように、検知素子部9、9'、フィードバック素子部10、10'を図8に示すものと同じ、すなわち検知素子部9、9'の方の面積を大きくし、検知素子部9、9'とフィードバック素子部10、10'の面積の差に相当する面積を有する容量補正素子部11、11'をフレーム部1に形成し、容量補正素子部11、11'を、配線21a、21a'を介して電極パッド20b、20b'に電気接続するようにしている。なお、容量補正素子部11、11'は、フィードバック素子部10、10'などと同様に、圧電体、電極をスパッタリング、蒸着等で成膜して形成されている。

【0027】この場合、図5に示すように、フィードバック素子部10、10'と容量補正素子部11、11'はそれぞれ並列接続されることになり、フィードバック素子部10、10'と容量補正素子部11、11'のそれぞれの合成の静電容量を、検知素子部9、9'の静電容量とそれぞれ等しくすることができる。図6に、容量補正素子部11、11'を設けた場合(図6(a)に示す)と、図8に示すように容量補正素子部11、11'を設けない場合(図6(b)に示す)の、 90° 移相後のフィードバック信号と検知信号の位相差の温度に対する変化を示す。なお、室温のときの位相差を0としている。図6(a)、(b)から明らかなように、容量補正素子部11、11'を設けることによって、位相差の温度に対する変化が少なくなっていることが分かる。

【0028】なお、より正確に静電容量の補正を行う場合には、図7に示すように配線の容量も補正するように、検知素子部9、9'に接続された電極パッド18b、18b'とフィードバック素子部10、10'に接続された電極パッド20b、20b'の面積を異なるようにするのが好ましい。なお、その配線容量の補正のために電極パッドの面積を変えるのは、第1実施形態においても同様に適用することができる。

【0029】上述したように、フィードバック素子部10、10'と検知素子部9、9'の面積を同じにするか、あるいはフィードバック素子部10、10'に容量補正素子部11、11'を並列接続することによって、両者の静電容量を等しくことができ、検知信号と9

0° 位相後のフィードバック信号の位相差を低減することができるため、位相差によるオフセット信号を低減することができ、温度変化によって生じるオフセット温度ドリフトも低減することができる。

【0030】なお、上記した第1、第2実施形態においては、駆動素子部8、8'を連結部4の左右に設けるものを示したが、特開平9-105634号公報に記載されているように、上下に駆動素子部を設け、それらを逆位相で駆動するように構成してもよい。また、本発明は半導体式の角速度センサに適用されるものの他、例えばセラミックにより振動子を構成し、その振動子の一面に駆動素子部、検知素子部、フィードバック素子部を配置した角速度センサに同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を示す角速度センサの平面構成を示す図である。

【図2】図1に示す角速度センサにおいて、角速度が0の場合の、 90° 移相後のフィードバック信号と、検知信号と、同期検波後の波形を示す図である。

【図3】図1に示す角速度センサにおいて、角速度が生じている場合の、 90° 移相後のフィードバック信号と、検知信号と、同期検波後の波形を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態を示す角速度センサの平面構成を示す図である。

【図5】図4に示す角速度センサの回路部の部分構成を示す図である。

【図6】図4、図8に示す角速度センサに対し、温度変化に対する位相差の変化を示す図である。

【図7】図4に示す角速度センサの他の構成を示す図である。

【図8】本発明者等が先に検討を行った角速度センサの平面構成を示す図である。

【図9】図8に示す角速度センサのA-A断面図である。

【図10】図8に示す角速度センサの回路部の構成を示す図である。

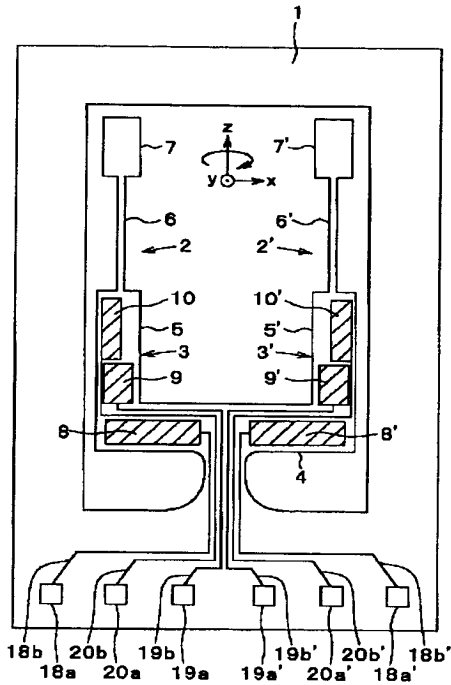
【図11】図10に示す回路部における加算増幅回路30および差動増幅回路31の具体的な構成を示す図である。

【図12】図8に示す角速度センサの問題点を説明するための波形図である。

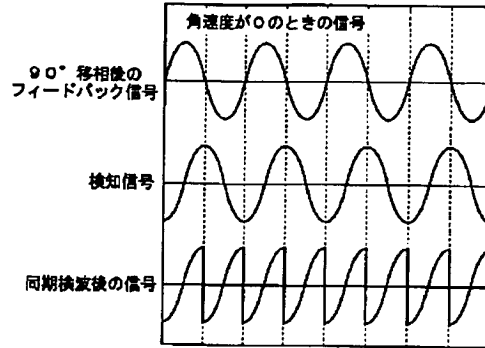
【符号の説明】

1…フレーム部、2…振動子、3、3'…アーム部、4…連結部、5、5'…幅広アーム部、6、6'…幅狭アーム部、7、7'…質量部、8、8'…駆動素子部、9、9'…検知素子部、10、10'…フィードバック素子部、11、11'…容量補正素子部、18b、18b'、19b、19b' 20b、20b'…電極パッド。

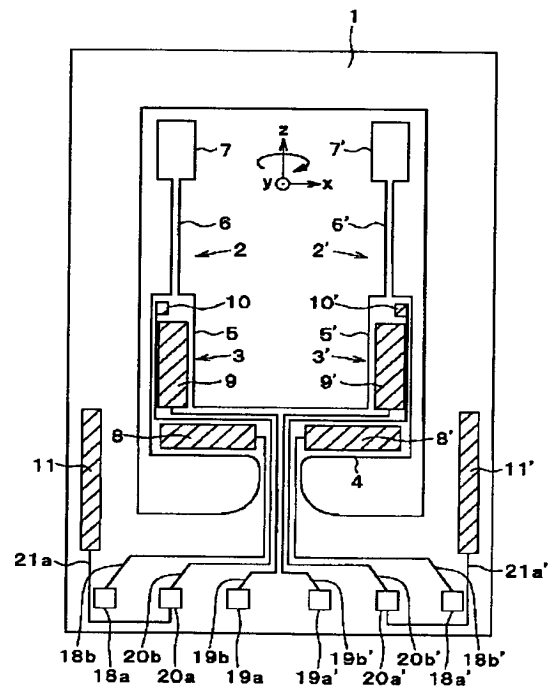
【図1】



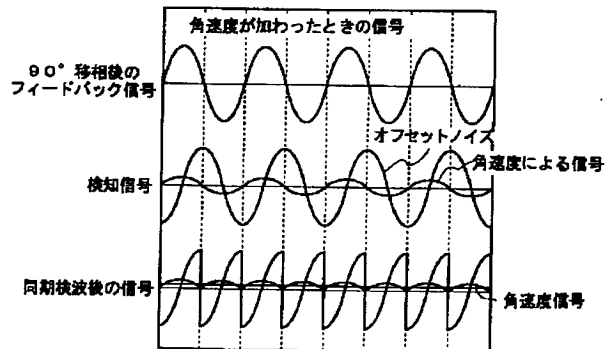
【図2】



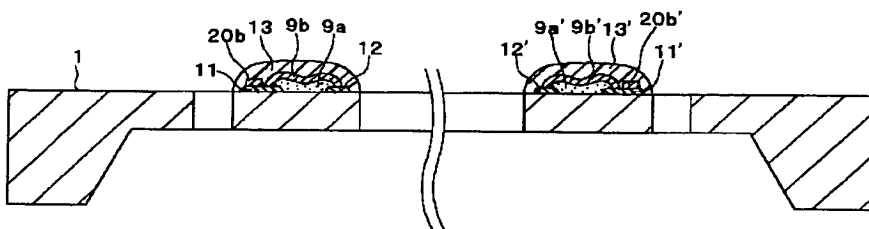
【図4】



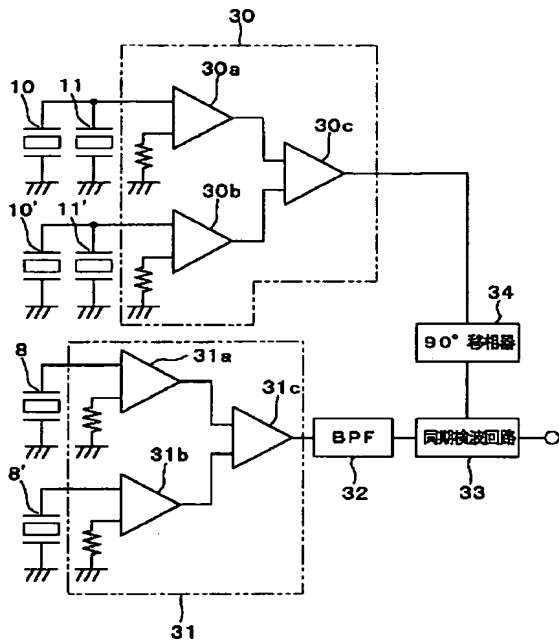
【図3】



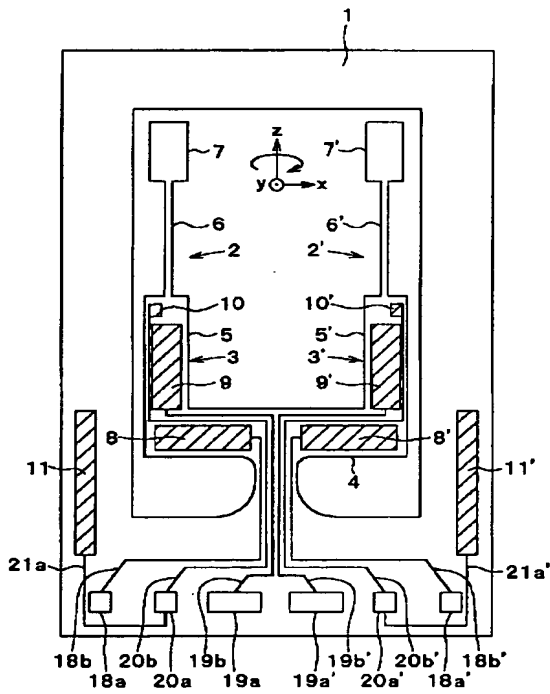
【図9】



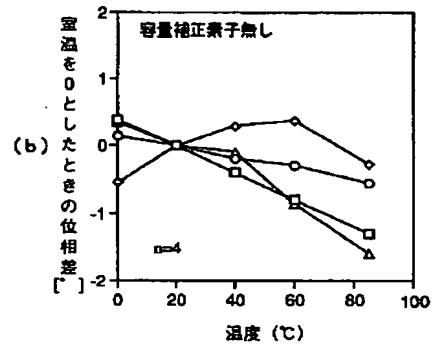
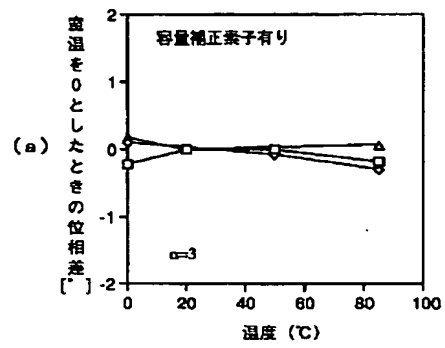
【図5】



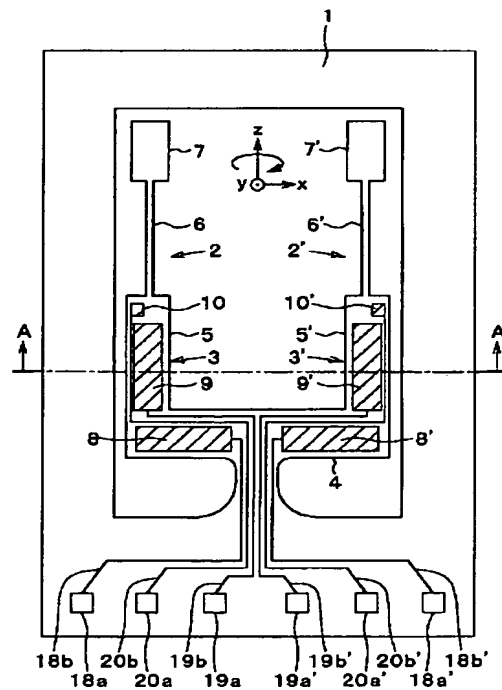
【図7】

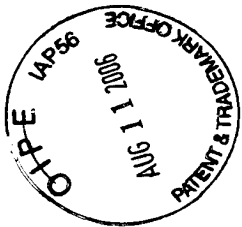


【図6】



【図8】

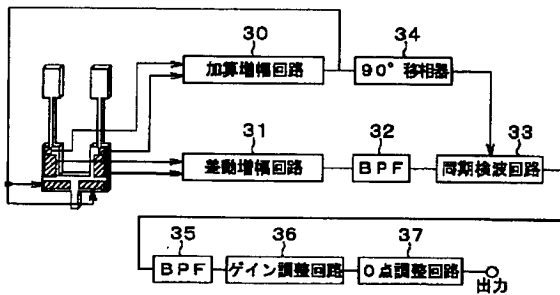




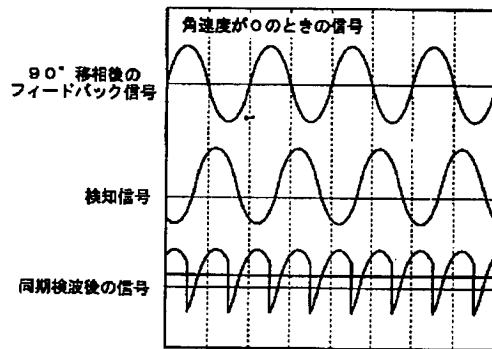
(8)

特開平11-173850

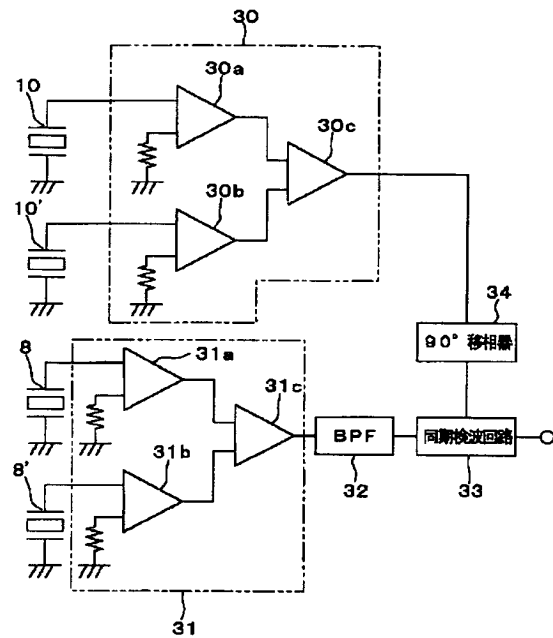
【図10】



【図12】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 頼永 宗男
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 吉野 好
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内